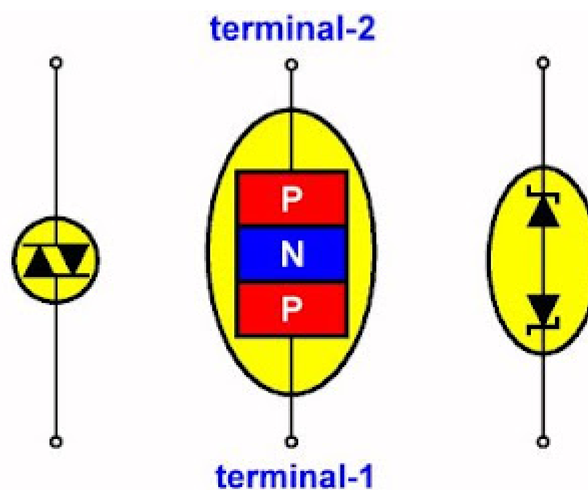
Diac, SBS, SIDAC, QUADRAC

Diac's zijn onmisbare onderdelen als u regelingen met triac's wilt bouwen. Maar met zo'n speciale diode en zijn broertjes SBS, SIDAC en QUADRAC kunt u meer dan dat, bijvoorbeeld op een wel heel eenvoudige manier een zaagtandgenerator ontwerpen.

Auteur: Jos Verstraten, Landgraaf, Nederland
Email: josverstraten@live.nl
Publicatiedatum: 06-09-2018

De werking van een diac

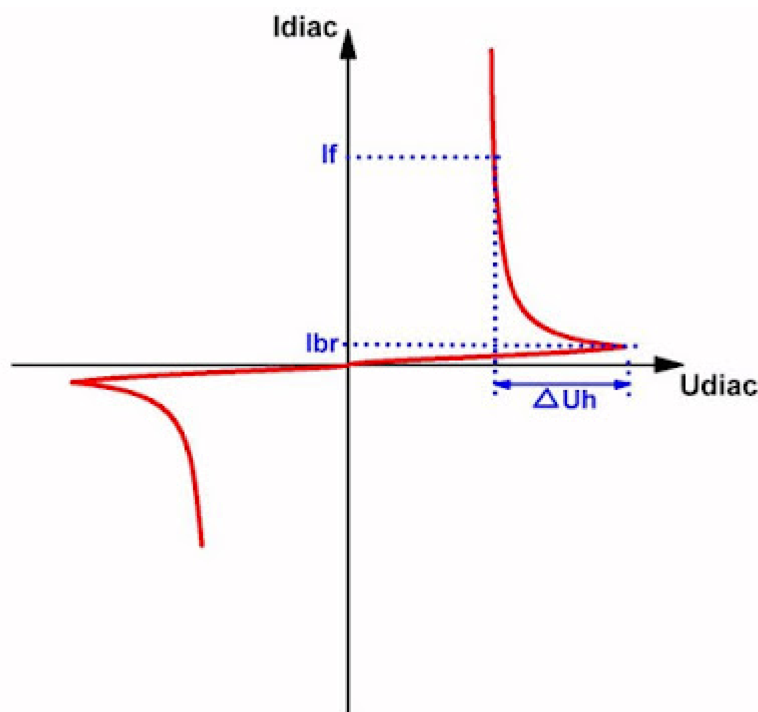
Symbool, samenstelling en equivalent schema
Het symbool van een diac is in onderstaande figuur links getekend. Uit dit symbool zou u kunnen afleiden dat een diac bestaat uit twee anti-parallel geschakelde dioden. Niets is echter minder waar! Zoals uit de middelste figuur blijkt, bestaat een diac uit één halfgeleiderkristal dat is samengesteld uit drie lagen, namelijk P, N en P. U zou dus kunnen stellen dat een diac is samengesteld uit twee anti-serie geschakelde zenerdioden, zoals getekend in de rechter tekening.



Het symbool, de samenstelling en het equivalent schema van een diac.
(© 2018 Jos Verstraten)

De werking van een diac
De werking van een diac kan het best worden toegelicht aan de hand van de karakteristiek van het onderdeel, voorgesteld in onderstaande figuur. In deze grafiek is horizontaal de spanning U_{diac} over het onderdeel getekend en verticaal de stroom I_{diac} die als gevolg van deze spanning door de diac gaat stromen. Wat in eerste instantie opvalt is dat de karakteristiek volledig symmetrisch is. Het onderdeel is niet gepolariseerd en gedraagt zich precies hetzelfde als u de spanning tussen de aansluitingen ompoolt.
Legt u een kleine spanning aan over een diac, dan zal de stroom door het onderdeel zeer klein zijn. Deze kleine lekstroom wordt voorgesteld door de waarde I_{br}. Deze stroom ligt bij de meeste typen in het µA-bereik.
Verhoogt u de spanning tot ongeveer 30 V, dan zult u merken dat de stroom plotseling heel sterk gaat stijgen. Men zegt dat de diac doorslaat en de spanning waarbij dit gebeurt noemt men de breakover-spanning U_{bo}. De stroom I_f die nu door de diac gaat vloeien wordt in

principe alleen begrensd door externe factoren, zoals de totale weerstand van het circuit waarin de diac is opgenomen.
Na het ontsteken van de diac valt de spanning over het onderdeel terug tot ongeveer 23 V. Het spanningsverschil tussen de ontsteekspanning en deze houdspanning wordt meestal voorgesteld door ΔU_h, de houdspanning. De waarde van ΔU_h ligt, type-afhankelijk, tussen 5 V en 9 V.



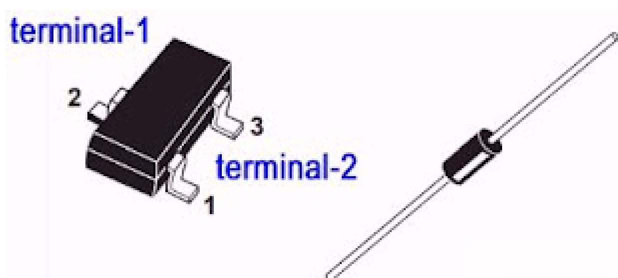
De typische I/U-karakteristiek van een diac. (© 2018 Jos Verstraten)

Leverbare diac's

De DB3 van STMicroelectronics
Ondanks het feit dat diac's weliswaar stokoud zijn, maar toch nog heel vaak worden toegepast, kunt u niet uit veel verschillende typen kiezen. Een type dat door vrijwel alle Nederlandse onderdelenleveranciers in het programma is opgenomen is de DB3 van STMicroelectronics. Deze diac heeft onderstaande specificaties:

- **Breakover-spanning:** 28 V ~ 36 V
- **Breakover-stroom:** 0,30 A max.
- **Stijgtijd breakover-stroom:** 2 µs max.
- **Lekstroom:** 10 µA max.

Zoals u merkt zit er nogal wat spreiding op de breakover-spanning. De typische waarde bedraagt 32 V, maar u kunt ook exemplaren tegenkomen waar deze grootheid 28 V of 36 V bedraagt.
De BD3 wordt geleverd in een DO-35 behuizing voor 'traditionele' montage en in een SOT23 behuizing voor SMD montage en kost ongeveer € 0,10. Bij de SMD-uitvoering moet u de pennetjes 1 en 3 doorverbinden.



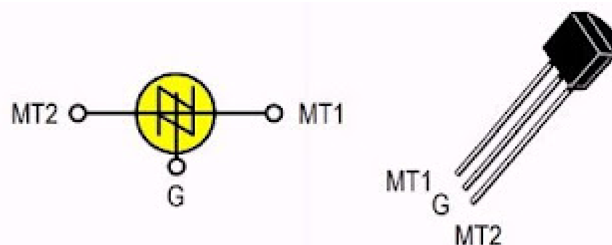
De twee behuizingen van de DB3. (© (© STMicroelectronics))

Overige typen
STMicroelectronics levert (waarschijnlijk) geselecteerde exemplaren van de DB3, die een extreem hoge breakover-spanning hebben, onder het typenummer DB4. De breakover-spanning bedraagt bij deze typen minimaal 35 V en maximaal 45 V.
Daarnaast treft u bij de bekende Chinese postorderbedrijven typen aan als de BR100 en de ER900, die volledig vergelijkbaar zijn met de DB3.
Een diac met een heel lage breakover-spanning is de Amerikaanse 1N5758, waarbij deze grootheid typisch slechts 20 V bedraagt met uitschieters tot 16 V en 24 V.

Speciale uitvoeringen van diac's

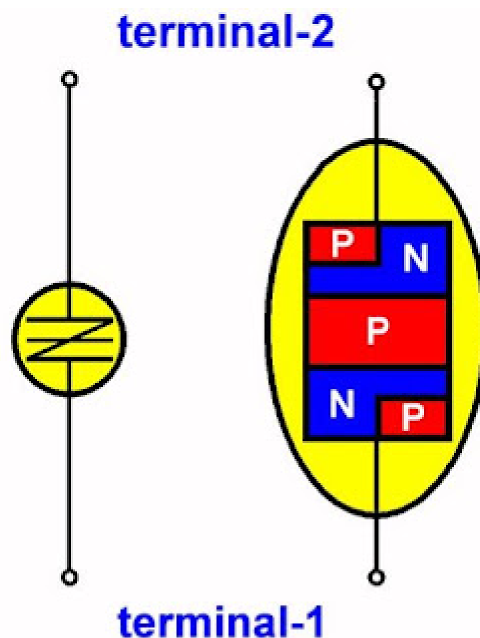
Inleiding
De industrie heeft elektronische componenten ontwikkeld die in grote lijnen op een identieke manier werken als de diac, maar op details toch iets anders functioneren. U zult deze componenten in de dagelijkse praktijk vast nooit tegenkomen, maar op dit blog houden wij van volledigheid en dus worden er een paar paragraafjes aan besteed.

SBS, Silicon Bilateral Switch
Een Silicon Bilateral Switch is een diac die gekarakteriseerd wordt door extreem lage breakover-spanning en die u kunt gebruiken bij het ontwerpen van laagspanningsdimmers, bijvoorbeeld voor het dimmen van 12 V en 24 V gloei- of halogeenlampjes. Als u de spanning over de SBS groter of kleiner maakt dan +8,0 V of -8,0 V slaat het onderdeel door. De halfgeleider blijft geleiden zolang de stroom erdoor boven de houdstroom ligt. De houdspanning ligt rond de 1,4 V bij 200 mA. Wordt de stroom kleiner dan de houdstroom, dan spert de SBS weer. Deze werking geldt voor beide richtingen, het onderdeel is dus geschikt voor wisselspanningstoepassingen.
Eén groot verschil tussen een diac en een SBS is dat dit laatste onderdeel, zie het symbool in onderstaande figuur, ook een gate heeft. Een positieve of negatieve puls op deze gate kan de SBS in geleiding brengen ook zonder dat de doorslagspanning is bereikt.
Typische vertegenwoordigers van dit soort halfgeleiders zijn de MBS4991 en MBS4992 van Motorola. De breakover-spanning bedraagt 8,0 V typisch met een spreiding van 2 V. Het grote verschil tussen beide typen is de lekstroom. Bij de MBS4991 bedraagt deze 80 nA, bij de MBS4992 6 μA.



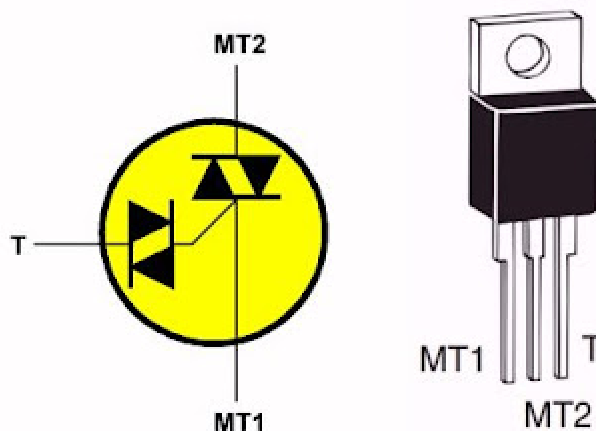
Symbool en aansluitgegevens van SBS-halfgeleiders. (© Motorola)

SIDAC, Silicon Diode for Alternating Current
De SIDAC heeft een veel hogere en een hogere ontsteekstroom dan een standaard diac, maar werkt voor de rest volledig identiek. De samenstelling is wel fundamenteel anders. Een SIDAC heeft een vijflagige structuur, zie onderstaande afbeelding.
De MKP3V120 van Motorola is een typisch voorbeeld van een SIDAC, met een maximale ontlaadstroom van 1 A en een breakover-spanning van 120 V.



Symbool en samenstelling van een SIDAC. (© 2018 Jos Verstraten)

De QUADRAC
Een QUADRAC is de combinatie van een diac en een triac in één behuizing. De diac zit uiteraard in de gate-aansluiting van de triac. De werking van het onderdeel ligt voor de hand. Als u de spanning tussen de gate en de MT1 laat stijgen tot boven de breakover-spanning van de diac gaat de triac geleiden. De QUADRAC blijft geleiden tot de stroom tot onder de houdwaarde is gedaald. Het grote voordeel van een QUADRAC is dat het onderdeel stromen van tientallen ampères kan schakelen.
Teccor Electronics heeft onder de code QxxxxLTH een hele reeks QUADRAC's ontwikkeld met stromen tot 15 A en spanningen tot 600 V. De xxxx staat voor de maximale wisselspanning die u over het onderdeel mag aanleggen. Met de Q6016LTH kunt u bijvoorbeeld een stroom tot 15 A schakelen bij een maximale spanning over het onderdeel van 600 V. De ligt tussen 33 V en 43 V. Deze onderdelen zitten in de TO-220 behuizing die u ongetwijfeld kent van de normale triac's.



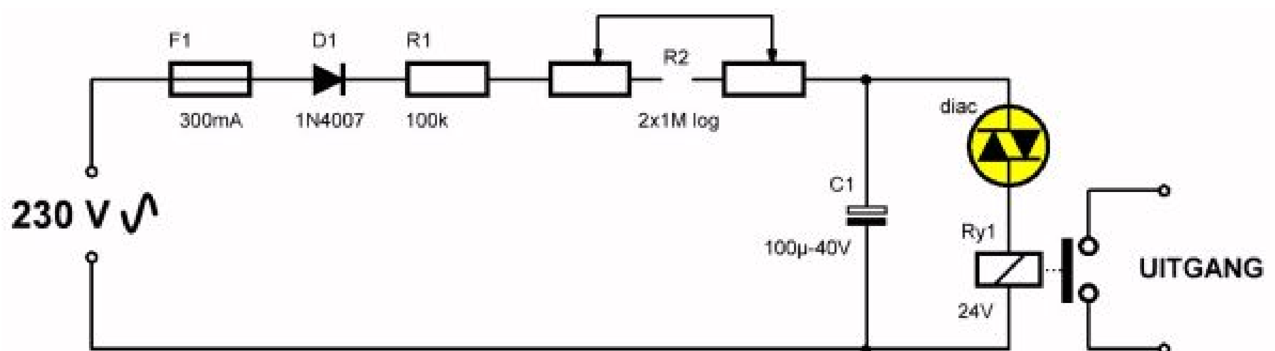
Symbool en aansluitgegevens van een QUADRAC. (© 2018 Jos Verstraten)

Voorbeeldschakelingen met diac's

In de volgende paragraafjes bespreken wij wat praktische schakelingen waarin diac's de hoofdrol spelen.
Wij willen u er wel op wijzen dat, als u met deze schakelingen gaat experimenteren, u heel voorzichtig moet zijn. In de meeste gevallen worden de schakelingen rechtstreeks uit het 230 V net gevoed en zoals u weet kan deze spanning dodelijk zijn! Gebruik dus steeds een

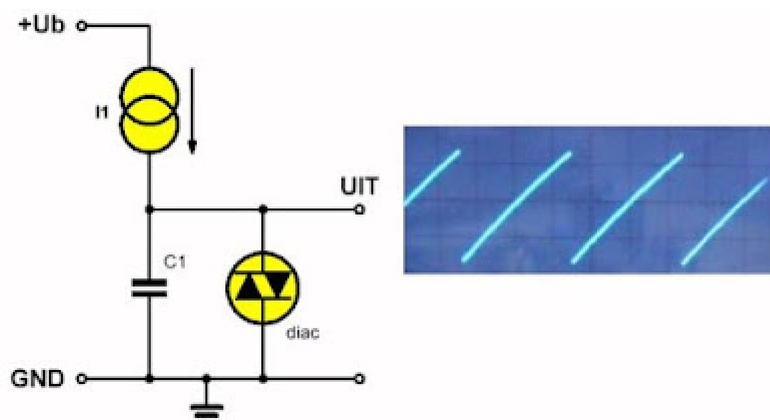
scheidingstrafo tussen de netspanning en de schakeling waarin u werkt.

Een diac als pulsgenerator
Het principeschema van dit originele idee is getekend in onderstaande figuur. De 230 V netspanning wordt door middel van de diode D1 gelijkgericht. De pulserende gelijkspanning die daarvan het gevolg is zal via de weerstanden R1 en R2 de condensator C1 opladen. Over de condensator ontstaat dus een langzaam stijgende gelijkspanning. De snelheid waarmee de spanning stijgt is uiteraard afhankelijk van de grootte van de weerstanden.
Na een bepaalde tijd is de spanning over de condensator gestegen tot de doorslagspanning van de diac D2. Dit onderdeel slaat door, de condensator wordt zeer snel met een vrij grote stroom ontladen. Deze stroom vloeit ook door de spoel van het relais Ry1. Het contact van dit relais sluit. Nadat de condensator ontladen is tot de houdspanning van de diac gaat dit onderdeel weer sperren. De stroom wordt nul, het relais valt af en de condensator kan zich weer gaan opladen.
Met het relaiscontact, dat op bepaalde tijdsintervallen eventjes sluit, kunt u een externe schakeling triggeren, bijvoorbeeld een fotocamera zodat u fotoreeksen van dynamische gebeurtenissen kunt maken. Denk aan het groeien van planten of het spel van wolken en zon.



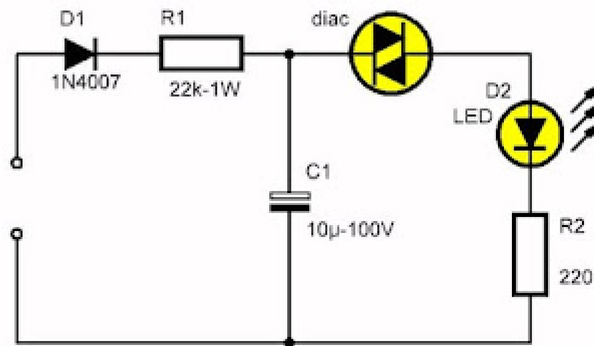
Een wel zeer eenvoudige tijdpulser. (© 2018 Jos Verstraten)

Een diac als zaagtandgenerator
De condensator C1 wordt door middel van een stroombron I1 opgeladen uit een hoge gelijkspanning. Over de condensator is een diac geschakeld. Zolang de spanning over de condensator lager is dan de breakover-spanning van de diac zal er een zeer lage stroom door deze halfgeleider vloeien. De condensator blijft zich opladen. Omdat dit opladen gebeurt via een constante stroombron zal de spanning over de condensator lineair stijgen. Als de spanning over C1 gelijk wordt aan de doorslagspanning van de diac gaat deze een grote stroom doorlaten. De condensator wordt vrijwel onmiddellijk ontladen en de spanning over het onderdeel valt terug tot de houdspanning van de diac. Deze gaat weer naar sper, de condensator laadt weer op.
Met slechts drie onderdelen hebt u dus een zaagtandgenerator samengesteld. Over de diac ontstaat een vrijwel ideale zaagtandspanning, met als enig nadeel dat de basis van deze spanning niet op de 0 V ligt, maar op ongeveer 15 V.



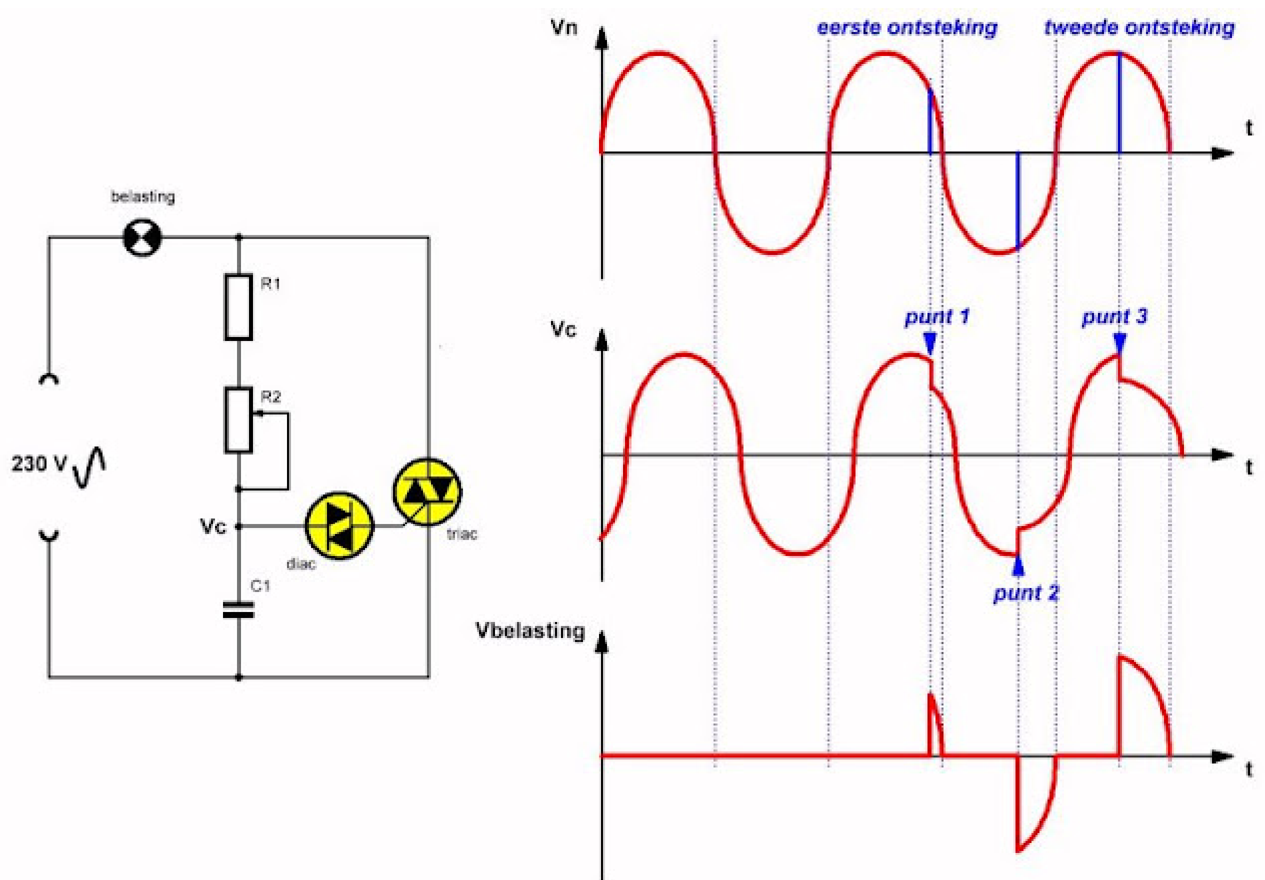
Een zaagtandgenerator met een diac. (© 2018 Jos Verstraten)

Een knipperende netgevoede LED
In onderstaande figuur wordt een diac toegepast om een LED uit de 230 V netspanning te voeden en het onderdeel te laten knipperen. De werking is vergelijkbaar met deze van de twee vorige toepassingen. De netspanning wordt gelijkgericht met D1. De gelijkgerichte spanning laadt via de weerstand R1 de condensator C1 op. Als de spanning over dit onderdeel groter wordt dan de breakover-spanning van de diac zal dit laatste onderdeel ontsteken. De condensator wordt nu snel ontladen via de diac, de LED D2 en de weerstand R2. De LED geeft even een flits en dooft nadien weer. De weerstand R2 begrenst de LED-stroom op een veilige waarde van ongeveer 30 mA. U kunt de knipperfrequentie verhogen of verlagen door de waarde van de condensator te variëren.
'



Een diac maakt een LED aan het knipperen.
(© 2018 Jos Verstraten)

De diac in fase-aansnij besturing
Een van de bekendste toepassingen van de diac is uiteraard als compagnon van een triac in vermogensregelingen door middel van fase-aansnijding. Een praktijkschakeling is een lichtdimmer, het schema is in onderstaande figuur gegeven. R1, R2 en C1 vormen een faseverschuivend netwerk. De condensator stuurt de gate van de triac, met tussenschakeling van een diac. De diac spert, tot de spanning erover gelijk wordt aan de breakover-spanning. Dan slaat de junctie door. Dit geldt zowel voor positieve als voor negatieve spanningen. Als R2 groot is, duurt het lang voor Vc de breakover-spanning heeft bereik, de diac doorslaat en de triac ontsteekt (punt 1). Als R2 klein is, bereikt de condensator snel deze waarde (punten 2 en 3), zodat de diac/triac-combinatie veel vroeger in het verloop van de halve periode doorslaat. Er staat langer spanning over de lamp, er vloeit meer stroom door de belasting.



Een diac samen met een triac in een lichtdimmer. (© 2018 Jos Verstraten)